

Reference 2

Japanese Patent Application Public-disclosure No.Hei8-248410

Japanese Patent Application Public-disclosure date: September 27, 1996

Title of the invention: Color image display device

Japanese Patent Application No. Hei7-55564

Japanese Patent Application date: March 15, 1995

Translation

Please refer to our translation enclosed with our letter dated July 24, 2006 and sent by our email dated September 29, 2006, except for the following added paragraphs [0053]-[0055].

[0053] (Second Embodiment)

In this embodiment, a color liquid crystal display unit will be described which can be used in two modes; reflection mode and transmission mode. Although a basic liquid crystal display part is similar to that shown in Fig. 3, the liquid crystal display unit of this embodiment has a backlight. Namely, as is shown in Fig. 13, a backlight optical system is made up of a light source 1201 and a light guiding plate 1202, and in bright external daylight, the liquid crystal display unit is used as a normal reflection type display unit, whereas when daylight is unavailable, the light source 1201 is illuminated, so that the display unit is used as a transmission type display unit. Note that as the light source 1202, a fluorescent lamp or the like is preferable in which light intensity is enhanced in the vicinity of center wavelengths of respective color filters. For example, in the example in which the display is divided into four parts, a fluorescent lamp with four wavelengths is preferable. In addition, a reflecting plate 1203 is made up of an opaque plate which functions to reflect light in the reflection mode and transmit light from the backlight optical system in the transmission mode. Note that the light guiding plate 1202 may be configured to be provided with light reflective properties.

[0054]

In addition, the display of colors differs between the reflection mode and the transmission mode. Then, in order to narrow the difference in color display, the coefficient of a matrix which is supplied to the matrix circuit 405 in the driving system shown of Fig. 4 is desirably altered so as to match each of the modes when so supplied, whereby different

color conversions can be performed in such a way as to match both the modes. In addition, although not shown in Fig. 13, the illuminance (of the external light) on a liquid crystal panel is measured by a sensor, so that the quantity of light at the light source 1201 is changed according to the illuminance so measured, and the coefficient of the matrix circuit 405 is preferably changed according to the quantity of light at the light source, whereby different color conversions can be performed according the quantity of light at the light source. In addition, to determine the matrix coefficient, a base external light (for example, D65) is assumed, and specific colors then are represented in the reflection mode, for example, 8 colors or 27 colors are displayed for measurement with a colorimeter. Then, the measured value is determined to be a target value. Next, the light source is illuminated, and the same signal as that given in the reflection mode for each light quantity is given so as to display specific colors for measurement with the colorimeter. Then, the coefficient of the matrix is determined using the least square error method in such a manner that the measured value coincides with the target value. The coefficient of the matrix is stored which results when the two values coincide with each other or the measured value becomes the target value for future control.

[0055]

Note that while in this embodiment, the display unit which can function in both the reflection and transmission modes, the liquid crystal display unit of this embodiment may exclusively be used as the transmission type display unit. In this case, when using a liquid crystal with the TN mode as the liquid crystal, a color image with good contrast can be obtained. In this case, however, due to a polarizing plate being used, the brightness is decreased. However, compared to a liquid crystal display made up of a normal RGB filter, about 1.5 times greater brightness can still be obtained. In other words, the quantity of light required by the backlight of the display of the embodiment is only about 0.67 times the quantity of light required by the backlight of the liquid crystal display with the normal RGB filter.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-248410

(43)公開日 平成8年(1996)9月27日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1335	5 0 5		G 0 2 F 1/1335	5 0 5
G 0 2 B 5/20	1 0 1		G 0 2 B 5/20	1 0 1
G 0 9 F 9/00	3 2 1	7426-5H	G 0 9 F 9/00	3 2 1 E
		7426-5H	9/30	D
G 0 9 G 3/36			G 0 9 G 3/36	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平7-55564

(22)出願日 平成7年(1995)3月15日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 関沢 秀和

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 川上 晴子

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

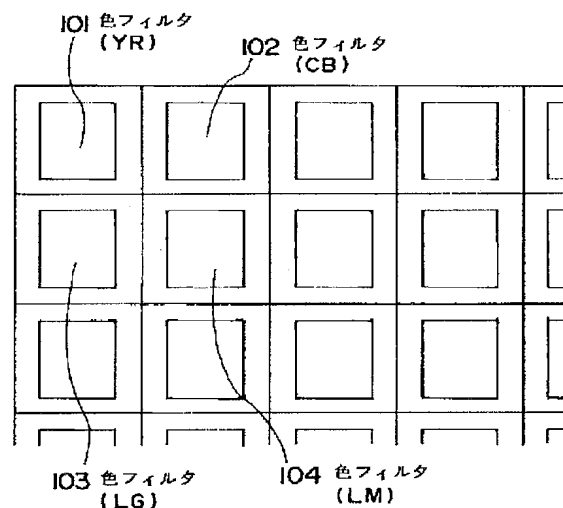
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 カラー画像表示装置

(57)【要約】

【目的】カラー液晶ディスプレイの色フィルタを改善して、彩度低下が少なく且つ十分に明るいカラー画像表示を実現する。

【構成】2×2の4色素子によって1画素が構成され、各画素の色表示には黄赤色系(YR)フィルタ101、緑青色系(CB)フィルタ102、緑色系(LG)フィルタ103、およびマゼンタ色系(LM)フィルタ104が使用される。これら各色フィルタ101~104それぞれの透過もしくは反射の帯域幅をそれぞれ可視領域の1/2前後、すなわち可視領域の帯域幅の0.43~0.57倍の範囲内の値にすることで、各色フィルタでの利用可能な光量を約3/2倍に向上させることができる。また、同時に4色制御することにより低彩度の色の再現範囲を十分確保できるようになり、無彩色近傍での色表示のバランスの確保が容易となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 1画素が3以上の色素子から構成されるカラー画像表示装置において、前記各色素子はそれぞれ異なる分光分布を有し、個々の色素子の分光分布における通過もしくは反射の帯域幅がそれぞれ可視領域の帯域幅の0.43～0.57倍の範囲内の値を有することを特徴とするカラー画像表示装置。

【請求項2】 1画素が4個の色素子から構成されるカラー画像表示装置において、前記各色素子はそれぞれ異なる分光分布を有し、個々の色素子の分光分布における通過もしくは反射の帯域が互いに一部重なり、且つそれら色素子が同程度の帯域幅を有することを特徴とするカラー画像表示装置。

【請求項3】 1画素が第1乃至第4の4個の色素子から構成されるカラー画像表示装置において、前記第1乃至第4の色素子の分光特性における通過もしくは反射の帯域は、それぞれ波長約400nmから約550nm、波長約550nmから約700nm、波長約480nmから630nm、波長約400nmから480nmと約630nmから700nmであることを特徴とするカラー画像表示装置。

【請求項4】 1画素が4個の色素子から構成されるカラー画像表示装置において、前記4色素子は縦横2色素子ずつ互いに隣接して配置されており、カラー3原色表示画像データを前記4色素子に対応する4色信号に変換して、前記4色素子を色素子毎に輝度制御する手段を具備することを特徴とするカラー画像表示装置。

【請求項5】 1画素が4個の色素子から構成され、透過光を利用して表示する透過モード型、反射光を利用して表示する反射モード型、またはそれら透過および反射モードの切り替えが可能な併用型のカラー画像表示装置であって、外光または表示モードに応じて異なる色変換を行うことにより、カラー3原色表示画像データから前記4色素子に対応する4色信号を生成する手段を具備することを特徴とするカラー画像表示装置。

【請求項6】 マトリクス状に配置された複数の液晶セルと、縦横2個ずつ互いに隣接して配置された4個の液晶セルから構成される各画素上に配置される色フィルタであって、互いに異なる分光分布を有し、個々の色フィルタの分光分布における通過もしくは反射の帯域幅がそれぞれ可視領域の帯域幅の0.43～0.57倍の範囲内の値を有する4色の色フィルタと、カラー3原色表示画像データを前記4色の色フィルタに対応する4色信号に変換して出力する手段とを具備することを特徴とするカラー画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はカラー画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、カラーCRTディスプレイやカラー液晶ディスプレイなどのカラー画像表示装置は加法混色表示であり、赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色を基に表示が行なわれる。また、カラープリンタ等の減法混色表示ではシアン(C)、マゼンタ(M)、イエロー(Y)の3原色を基に表示が行なわれている。

【0003】 典型的なカラー液晶ディスプレイにおいては、1画素は3分割されており、基本色が赤緑青の3色の組み合わせからなる色フィルタが用いられている。しかし、このように1画素をn分割し、それぞれの分割された領域での光の通過帯域もそれぞれの分割数とする、たとえば白を表すにも、それを画素を構成する基本色の和で表す場合には白の明るさは分割数分の1になってしまう。すなわち、3分割では各分割した基本色での光の通過帯域はそれぞれ1/3となり、またその各色の面積はそれぞれ1/3であるため、結局フィルタ1色の光の利用効率は1/9となる。

【0004】 今、白を表すために3つの基本色がそれぞれ点灯されているため、光の利用効率は $3 \times 1/9$ となり、結局1/3の明るさとなる。従って、このような色フィルタでは最も明るい色である白を表示する場合でも1/3の光の利用しか出来ない。従って、このような構成の反射型表示では暗くなるため鮮やかさも低下してしまうなどの欠点がある。

【0005】 また、透過型でバックライトに十分な明るさが得られる構成をとればこのような構成でも鮮やかな色表示が可能となるが、その反面、バックライト駆動のために多くの電力が必要とされるなどの欠点が生じる。また、1画素を複数の色の色素子で表現する場合には同一の解像度を得るため、その複数倍だけ高精細に製造する必要があり、歩留まりの関係上、その製造が困難になるなどの不都合があった。

【0006】 そこで、最近では、色フィルタを使用しないでカラー表示する液晶表示装置が考案されている(日経マイクロデバイス 1月号1994年 P99)。この装置ではカラー表現する場合には液晶の複屈折性を利用して液晶にかかる電圧を変化させ、複屈折効果を可変にすることでカラーを表現している。しかし、この方法では色の違いは制御できるが、階調表示は困難なため自由なカラー表現はできない。

【0007】 また、1画素を2分割し、それぞれの基本色がシアンおよびオレンジの色フィルタを利用した反射型液晶ディスプレイが知られている(電子情報通信学会誌 Vol. 77 No. 3 pp. 296-303 1994年3月)。しかし、この方法では、基本色である

2色を結ぶ平面上の色表示領域の色しか表現が出来ず、フルカラー表現が困難であった。

【0008】また、印刷と同様に色の重なりで色表示を行うという考えもある（「次世代液晶ディスプレイ技術」 内田龍男 編著 工業調査会出版（1994年11月1日）p172 反射型カラーLCD）。しかし、この方式を実現するためには実際には液晶パネルを積層で製造する必要があるため、各色の層での厚みが生じ、斜めから観察した場合に3色の視差が生じるなどの問題がある。また、さらに詳細に検討すると、3色の液晶パネルが重なるため、各層での反射面が多く存在し、さらに各層での光のロスもあるため、単層の液晶表示パネルと比較するとかなり暗い画像の表示となってしまうなどの問題があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、1画素を複数からなる色の素子で構成するカラー液晶表示装置においては、明るさと低消費電力を同時に満たすことは困難であった。また、高精細化においても画素数が増加すればするほど、色と色を分離するブラックストライプや駆動のための配線部分の相対面積が増加し、明るさが低下する。また、高精細になる分だけ、製造上での傷や汚れの影響が大きくなり、歩留まりが低下するなどの問題があった。さらに、複屈折性を利用してカラー表示を行う液晶表示装置や、基本色が2色の色フィルタを使う液晶表示装置では、鮮やかな色表現を行うことはできなかった。

【0010】本発明はこのような点に鑑みてなされたもので、光の利用効率の良い色フィルタの組合せで明るい表示を可能とすると同時に、実用上満足の行く鮮やかでカラー表示を行うことができるカラー画像表示装置を提供することを目的とする。

【発明の構成】

【0011】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するために、本発明のカラー画像表示装置は、1画素を3以上の色素子から構成し、各色素子がそれぞれ異なる分光分布を有し、個々の色素子の分光分布で通過もしくは反射の帯域幅をそれぞれ可視領域の帯域幅の0.43～0.57倍の範囲内の値にしたことを特徴とする。

【0012】また、本発明のカラー画像表示装置は、1画素を4個の色素子から構成し、各色素子の分光特性において各色素子の通過もしくは反射の帯域を互いに一部重ね、さらに各色素子の帯域幅を同程度の値にすることで、明るくかつ彩度低下が少なく、さらにはほぼ無彩色の白の再現を可能にしたことを特徴とする。

【0013】また、本発明のカラー画像表示装置は、1画素が第1乃至第4の4個の色素子から構成されるカラー画像表示装置において、前記第1乃至第4の色素子の分光特性における通過もしくは反射の帯域を、それぞれ

波長約400nmから約550nm、波長約550nmから約700nm、波長約480nmから630nm、波長約400nmから480nmと約630nmから700nmにしたことを特徴とする。

【0014】また、本発明のカラー画像表示装置は、各画素を構成する4色素子の配置を縦2色素子、横色素子2とし、カラー3原色表示画像データを前記4色素子に対応する4色信号に変換して、前記4色素子を色素子毎に輝度制御する手段を具備することを特徴とする。また、カラー3原色表示画像データから4色信号に変換して表示する際には、表現される色表示範囲により異なる係数のマトリクス変換もしくはテーブルにより色変換を行うことが好ましい。さらに、入力画像データの色度との誤差を隣接する4色素で評価し、その色度誤差に従って隣接する色素子の輝度制御に補正を加える手段を設けることにより、高精細表示における表示色の再現性を改善できる。また、4色素子の配置を縦2色素子、横色素子2とした場合には、横に配置された色素子同士がほぼ補色関係にあるように配置することを好ましい。

【0015】また、本発明は、透過光を利用して表示する透過モード型、反射光を利用して表示する反射モード型、またはそれら透過および反射モードの切り替えが可能な併用型のカラー画像表示装置において、1画素を4個の色素子から構成し、前記カラー画像表示装置の表示モードまたは外光に応じて、異なる色変換を行うことにより、カラー3原色表示画像データから前記4色素子に対応する4色信号を生成する手段を具備することを特徴とする。

【0016】また、本発明は、カラー液晶表示装置を、マトリクス状に配置された複数の液晶セルと、縦横2個ずつ互いに隣接して配置された4個の液晶セルから構成される各画素上に配置される色フィルタであって、互いに異なる分光分布を有し、個々の色フィルタの分光分布における通過もしくは反射の帯域幅がそれぞれ可視領域の帯域幅の0.43～0.57倍の範囲内の値を有する4色の色フィルタと、カラー3原色表示画像データを前記4色の色フィルタに対応する4色信号に変換して出力する手段とから構成したことを特徴とする。

【0017】さらに、1画素を3分割して3色の色フィルタを利用するカラー液晶表示装置を実現する場合には、光の利用効率を高めるために、緑色系色フィルタは470nmから620nmが透過、青色系色フィルタは400nmから520nmと670nmから700nmが透過、赤色系色フィルタは400nmから430nmと580nmから700nmが透過からなることを特徴とする色フィルタを使用するか、もしくは緑色系色フィルタは490nmから570nmが透過、青色系色フィルタは400nmから510nmと630nmから700nmが透過、赤色系色フィルタは400nmから430nmと580nmから700nmが透過からなる色フ

ィルタを使用することが好ましい。

【0018】

【作用】分割された各色素子の透過もしくは反射の帯域幅をそれぞれ可視領域の1/2前後、すなわち可視領域の帯域幅の0.43~0.57倍の範囲内の値にすることで、各色素子での利用可能な光量を約3/2倍に向上させることができる。また、同時に4色制御することにより視覚上重要な低彩度の色の再現範囲を十分確保できるように、無彩色近傍での色表示のバランスの確保が容易となる。また、視覚上あまり気にならない高彩度の色における影響は比較的少ない。また、各色素子での輝度制御を1色素子毎に制御することで1画素を構成する色素子の分解能、すなわち画素の約2倍の高精度な表示が可能となると同時に、このような表示のエッジでの色滲みを抑えることが可能となる。

【0019】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

(実施例1) 図1は本実施例に係るカラー表示装置の4分割タイプの分光特性を示す図である。同図において、フィルタ101は黄赤色系(YR)のフィルタであり波長約550nmから約700nmが透過、フィルタ102は緑青色系(CB)のフィルタであり、波長約400nmから約550nmが透過、フィルタ103は緑色系(LG)のフィルタであり波長約480nmから630nmが透過、フィルタ104はマゼンタ色系(LM)のフィルタであり波長約400nm-480nmと約630nm-700nmが透過である。同図は理想的な色フィルタの分光特性を示したものであるが、実現するには例えばコダック社製のゼンラチン・カラー・フィルタにほぼ対応するものがある。

【0020】例えば、フィルタ101はコダックラッテンゼラチンフィルタNO. 15、フィルタ102は同NO. 47A、フィルタ103は同NO. 40、フィルタ104は同NO. 30などで実現できる。

【0021】また、図2は上記4種の色フィルタを空間的に配置した図である。ここでは1画素は4種類の色に対応した4つの素子から構成されており、これを1画素と呼ぶ。また、各色の素子は色素子と呼ぶことにする。図3は反射型液晶パネルとして構成した実施例である。色フィルタ301はブラックマトリクス302によって平面的に分割され配置されている。すなわち図2は反射型液晶パネルを上部から見た図となっており、図3はその断面図を示している。この場合、図2の4種の色フィルタは1画素を構成する4つの液晶セル上に配置されることになる。

【0022】さて、図3において、色フィルタ301の液晶側には透明電極303が配置され、反射板を兼ねる対向電極(反射板電極)304とで液晶層305を挟んでいる。反射型LCDではなるべく光の利用効率を向上させる必要があることから、液晶としては偏光板を用いない相転移型ゲストホスト方式などが適している。反射板電極304はTFT306に接続されており、これら反射板電極304とTFT306とによって、液晶層305はマトリクス配置された複数の液晶セルに分割される。TFT306によって選択された液晶セル部のみ色光を反射もしくは吸収することで、カラー画像が表示される。

【0023】図4はこの反射型液晶パネルをパーソナルコンピュータのディスプレイモニタとして使用する例について示している。画像データがCPU401から発せられ、バス402を介してグラフィックコントローラ403に供給され、フレームメモリ404に書き込まれる。フレームメモリ404に書き込まれた画像データはRGB3色信号から、マトリクス回路405によって液晶表示用の4色信号(YR、CB、LG、LM)に変換される。この4色信号はタイミングコントローラ406に送られ、グラフィックコントローラ403からの水平/垂直の同期信号に合わせ、階調電圧発生部407に送られる。階調電圧発生部407では、4色信号の各色信号は多値の電圧に変換され、それがソースドライバ408を介して、液晶パネル409に供給される。また、このときゲートドライバ410とソースドライバ408の働きで液晶パネル409の所定の位置の色画素に電圧が供給され、これによってYR、CB、LG、LMの色毎に輝度制御がなされ所定の色が再現される。

【0024】さて、このようにして表示される液晶表示装置の色表示性について説明する。図5は図2の一部であり、また液晶のモデルをブラックマトリクス501と色フィルタの反射部分502と吸収部分503との併置混色モデルで検討する。厳密な検討では液晶の色表示はこのようなモデルでは記述出来ないが、観測位置がパネルの正面で色表示域を検討する場合での実用的な検討には十分である。

【0025】今、黄赤色系の色フィルタ101の分光特性を $F_y(r)$ とし、次式(1-1)~(1-3)によりその色度 X_{fy} 、 Y_{fy} 、 Z_{fy} を求める。ここで、 $S(r)$ は観察用光源もしくは照明光源である。 $X(r)$ 、 $Y(r)$ 、 $Z(r)$ は3刺激値の分光特性である。

【0026】

【数1】

$$X_{fy} = \int_r S(r) F_y(r) X(r) d_r / \int_r S(r) Y(r) d_r \quad \dots(1-1)$$

$$Y_{fy} = \int_r S(r) F_y(r) Y(r) d_r / \int_r S(r) Y(r) d_r \quad \dots(1-2)$$

$$Z_{fy} = \int_r S(r) F_y(r) Z(r) d_r / \int_r S(r) Y(r) d_r \quad \dots(1-3)$$

【0027】同様に、緑青色系のフィルタ102の分光特性を $F_c(r)$ とし、その色度 X_{fc} , Y_{fc} , Z_{fc} を求める。また、緑色系フィルタ103の色度 X_{fq} , Y_{fq} , Z_{fq} およびマゼンタ系フィルタ104の色度 X_{fm} , Y_{fm} , Z_{fm} を求める。同様に、混色を避ける目的のブラックマトリクス501部分の色を X_{kb} , Y_{kb} , Z_{kb} と、各色フィルタのOFF時の色度 X_{fo} , Y_{fo} , Z_{fo} を求める。なお、液晶自体の分光特性はここでは色フィルタに含めて検討する。併置混色のモデルから表示装置の色度 X , Y , Z を次式(2-1)~(2-3)で求めることが出来る。

$$X = 1/m \cdot \sum_{n=1}^m (AR \cdot (An \cdot X_{fn} + (1-An) \cdot X_{fo}) + (1-AR) \cdot X_{kb}) \quad \dots(2-1)$$

$$Y = 1/m \cdot \sum_{n=1}^m (AR \cdot (An \cdot Y_{fn} + (1-An) \cdot Y_{fo}) + (1-AR) \cdot Y_{kb}) \quad \dots(2-2)$$

$$Z = 1/m \cdot \sum_{n=1}^m (AR \cdot (An \cdot Z_{fn} + (1-An) \cdot Z_{fo}) + (1-AR) \cdot Z_{kb}) \quad \dots(2-3)$$

【0029】なお、ARは最大の発色面積に対応し、混色を避ける目的で設けたブラックストライプや配線などの領域を除いた実効的な表示面積率を示す。また、 An はこの表示装置に信号を供給し、面積変調に相当する信号を示す。また、 m は1画素を構成する色素子数である。この液晶表示装置の色度を図1の実施例に基づいて計算した例を図6に示す。

【0030】すなわち、このときの色表示域をCIE $L^*a^*b^*$ 色度座標に表示したものである。図6(A)は a^*b^* 座標から見た液晶表示の最大色差再現域を示しており、図6(B)は L^*a^* 座標から見た液晶表示の最大明度再現域を示している。さて、ここで反射型カラー表示装置での最も明るい色は白(W)であるので、白の明るさ明度 L^* をもって表示装置の最大明るさと定義し、表示装置で表現できる色の鮮やかさをこの a^*b^* 座標表示で最大色差再現域を囲む面積とする。

【0031】図6(A)から分かるように、この実施例の4種の色フィルタを利用することで、無彩色近傍の再現域を広げることが可能となる。従来の赤緑青を基本色とする色フィルタで同様の再現域を実現するためには、各色フィルタの透過または反射の帯域幅を絞り込んで各色の純度を高めることが必要となる。しかし、このようにすると、光の利用効率が著しく低下されてしまう。

【0032】さて、一般に $L^*a^*b^*$ は均等色空間といわれているがあまり均等色にはなっていない。例えば無彩色近傍では高彩度近傍での色度の違いよりもはるか

【0028】
【数2】

に小さな色度の違いでも色の差が感じられることが知られている。一方、カラーオーダーシステムなどで多く使用されているNCR表色系では必ずしも均等色空間ではないが、色のバランスや色の配色を評価するに適している。さて、この反射型カラー表示装置では表示画面内でのグラフやカラー画像がバランスよく表現され、人間の目にとって心地よく感じられる表示装置が好ましいものとされる。従って、ここではさらにNCR表色系に変換して、色の再現域の評価を行う。

【0033】図7(A)は各色の通過帯域を同時に変化させた時の明るさの変化である。通過帯域を広げれば広げるほど明るくなる。しかし、色の鮮やかさは図7

(B)に見られるように通過帯域を広げるほど低下する。しかし、各種鮮やかさや明るさの異なる画像サンプルを作成し、視覚実験を行ったところ、色の再現能力は明るさと鮮やかさの積が大きいほど好ましいとする結果が得られた。そこで、図7(A), (B)を基に明るさと鮮やかさの積を縦軸に横軸を通過帯域としてグラフ化したのが図8である。この図から可視領域の通過帯域の約1/2前後に各色フィルタの通過帯域を設定するのが最も好ましいと考えられる。これにより、鮮やかさを維持しつつ、明るさを、1.5倍向上させることができる。すなわち、4色それぞれの光の通過帯域はそれぞれ1/2前後であり、またその各色の面積はそれぞれ1/4であるため、フィルタ1色の光の利用効率は1/8となる。白を表すために4つの色素子がそれぞれ点灯され

た状態では、光の利用効率は $4 \times 1/8$ となり、結局 $1/2$ の明るさとなる。これは、従来明るさの1.5倍である。

【0034】実際にこの結果に基づいて、通過帯域の異なる各種色フィルタからなる表示装置で各種条件を振り画像表示を行い、目視による視覚実験を行った結果、通過帯域の約 $1/2$ 前後、具体的には可視領域の帯域幅の0.43~0.57倍の範囲に各色フィルタの通過帯域を設定することによって、鮮やかさもあまり低減せず、また明るい最も好ましい表示装置を構成することが出来た。主観評価の結果を図9に示す。

【0035】図9は、色フィルタの通過帯域幅とその通過帯域幅を用いた反射型カラー液晶ディスプレイのシミュレーション画像を作成し、その画像に対して主観評価を行った結果である。主観評価には、女性の顔、果物、文字やグラフ画像の3種類の画像を用いた。また、作成したシミュレーション画像は、銀塩写真方式のカラープリンタを用いた。

【0036】図9の横軸に示す色フィルタの通過帯域幅は可視領域(400nmから700nm)を1とした場合における各フィルタの通過帯域幅の比率であり、例えば、0.5は150nmとなる。また、縦軸は主観評価を行ったときに許容できる範囲(使用に耐えられる性能であると判断した範囲)であると判断した観察者の人数比率である。実際に観察した人数は14名である。この結果、各フィルタの通過帯域幅が可視領域の0.43から0.57倍の範囲であれば、半数以上の人が実用上、使用に耐えられる性能であると判断した範囲と言える。

【0037】さて、このような4色構成のカラー液晶表示は、図6(A)で説明したように、かなり広い色表示域を持つ。しかし、これは4色表示信号の全てで表現した場合であって、3色信号から4色信号の変換によっては必ずしもこのような広い再現域が達成されるとは限らない。そこで、再現する色の領域によっては最も適切なマトリクス係数で変換して表示することが好ましい。表示4色信号YR、CB、LG、LMに対して次式(3)のように変換して表示する。

【0038】

【数3】

$$\begin{bmatrix} YR \\ CB \\ LG \\ LM \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a1 & a2 & a3 \\ b1 & b2 & b3 \\ c1 & c2 & c3 \\ d1 & d2 & d3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad \dots(3)$$

【0039】なお、各種マトリクス係数を振って実験を行った結果、 $a1=1$ 、 $a2=0$ 、 $a3=0$ 、 $b1=-1$ 、 $b2=1$ 、 $b3=1$ 、 $c1=0$ 、 $c2=1$ 、 $c3=0$ 、 $d1=0$ 、 $d2=0$ 、 $d3=1$ が好ましい結果が得られた。このとき、図4でグラフィックコントローラ403からマトリクス回路405に係数を送り、最適な色変換を行って表示する。

【0040】なお、この色変換にマトリクス回路ではなく、3次元のテーブル変換もしくはテーブル変換と補間回路を使用して色変換を行っても良い。すなわち、RGB入力信号に対して、表示4色信号YR、CB、LG、LMに対応するテーブルを用意する。この場合には高精度に変換を行うには回路規模が大きくなってしまいが、マトリクス回路による変換と異なり、表示4色信号で表す全ての色空間領域の再現が可能となる。また、自由な変換が可能となるためより自然な変換も可能となる。3次元のテーブルの作成方法は、まず、表示4色信号YR、CB、LG、LMの全ての組合せに対して、上式(3)を用いて色度XYZを計算する。次に入力信号であるRGBの表す色度であるXYZを計算し(RGB信号が標準TV信号であるNTSC信号で規定されている場合にはTVハンドブックに値が示されている。)、この色度XYZと、先に求めた4色液晶表示で可能な色の色度XYZとで、最も近い値のものを互いに対応させて、テーブルを作成する。

【0041】なお、上式(3)を用いて色度XYZを計算する代わりに、実際の液晶ディスプレイで表示4色信号YR、CB、LG、LMの全ての組合せに対して、色度XYZを実測して同様にテーブルを作成しても良い。このように実際に測定してテーブルを作成した方が計算で考慮されなかった誤差なども考慮されるため、より忠実な色表示が可能となる。ただし、実際に正確で安定な測定が困難な場合があるため、表示4色信号YR、CB、LG、LMの全ての組合せに対して測定するのではなく、特定色で正確に求め、他は補間処理等で間の色を求めてテーブルを作成することも可能である。このようにすることで、マトリクス変換より液晶表示の色表示域の全てを有効に用いて表示可能となる。

【0042】さて、次に高精細表示について説明する。図10(A)は通常の表示モードを示したものである。すなわち、画像データ901が入力として与えられたとき表示は表示画像を902のように表示される。しかし、図10(B)の高精細画像データ903が入力されたとき高精細モードでは表示画像904のように表示される。このように表示することにより約2倍の高精細表示が可能となる。

【0043】すなわち、縦横それぞれ2倍の解像度の画像データに対して、それぞれ1色素子ずつ処理され、表示される。具体的には、最初の画素に対応するRGB3色信号から得られた4色信号(YR、CB、LG、LM)については、その中のYR信号のみが左上の色素子(YR)の輝度制御に使用され、次の画素のRGB3色信号から得られた4色信号(YR、CB、LG、LM)については、その中のCB信号だけが左上の色素子(YR)の右に位置する色素子(CB)の輝度制御が行われる。このような制御は、図4のタイミングコントローラ406からのドライバ制御信号などを利用して行うこと

ができる。このようにして1色素子ずつ処理することにより、輝度解像度を高めることができ、また平均的には人間の視覚にとって十分な色再現を実現できる。

【0044】ただし、この色の配置では水平の隣同士で補色の関係にあるため、垂直方向に高精細な画像が入力されてもエッジ部での色の变化はほとんどない。しかし、水平方向に高精細な画像や、表示画像904のように斜めエッジ部の表示では一部の色表示が欠けエッジ部に色滲みが生じることがある。ただし、図9(A)の通常モードより高精細表示が可能となる。

【0045】さて、このようにエッジ部を高精細に表現する場合にはエッジの方向によっては多少エッジ部で色の変化してしまう。そこで、この色の变化を少しでも軽減するために隣接した画素間での色表示を考慮し、 2×2 色素子で色度を計算し、 2×2 色素子内で再現出来ない場合はその誤差を隣接画素に伝搬し、より高精細でなおかつ、周辺画素を含めたエッジ部での色の変動を押さえることが、図11の構成をとることで可能となる。

【0046】図11は図4のマトリクス回路405に相当する。入力画像信号RGB1001が入力され、加算器1002を経て、マトリクス回路1003で4色信号YR、CB、LG、LMに変換される。次に量子化器1004で各4色は液晶表示色素子の表現可能階調数に変換されて出力される。なお、マトリクス回路1003と量子化器1004を一つのテーブル1005に置き換えて構成しても良い。一方液晶表示色素子に出力された4色信号は 2×2 色素子の色度計算を行うブロック1006に入力される。色度計算ブロック1006はラインバッファを含む構成となっており、前ラインの情報を記録しておき、現在処理されている色素子を含む 2×2 色素子での色の値を計算する。

【0047】計算方法は基本的には先に述べたXYZの求め方と同様であるが、ここでは入力がRGB信号であるので、RGBで計算した方が有利となる。RGBで計算するには3刺激値xyzの代わりにrgb刺激値を使用すれば良い。また、実際には4色での表現可能な組合せで表示し、その表示した色をRGBデータで測色し、その値をテーブルで記録し、変換する方法が実用的である。例えば、各色16レベル表示可能な場合には、16ビット入力でRGB各色8ビット出力とすれば、196KバイトでRGB各色8ビット対応可能となる。なお、この方がマトリクス回路1003で4色信号に変換するよりも色の表示可能領域が広がる。さて、このようにして、 2×2 色素子の色度と入力RGB信号との誤差がRGB各色毎に差分回路1007で計算される。この誤差は誤差バッファ1008に入力される。図12は処理している画素“X”の回りABCDにその誤差を拡散する様子を示している。この誤差を拡散する係数としては例えば回路を簡略化する目的で $A=B=C=D=1/4$ とし、各画素に均等に分散しても良い。この場合には掛け

算器は不要となり、単に上位から6ビットを選択し、加算すれば良い。拡散係数乗算回路1009はこのような回路からなる。すなわち、拡散係数乗算回路1009では、誤差値に所定の拡散係数が乗算されて、周辺画素に拡散する誤差補正データが求められる。誤差補正データは加算器1002で加算され、これによって入力画像データが補正される。

【0048】このループによって単独の 2×2 色素子で表現できない色でも周辺画素で色表示が可能となる。すなわちこの処理で平均の色差が0となるようにループが働くため、平均的な色表示は入力信号の色に一致する。

【0049】なお、本実施例でのカラー表示装置の色表示域を明らかに越えた色の再現を行う場合には大きな色の誤差を小さくするように働くため、場合によっては全体にバランスのずれたカラー画像表示がなされることがある。そこで、このような場合には、図11には記載されていないが、入力画像データ1001と加算器1002の間に本実施例のカラー再現域に変換する再現域変換テーブルを配置して、再現範囲の信号に変換し、平均的な色表示を保証することで色表示バランスの偏りを軽減することが可能となる。また、このようなカラーディスプレイでの表示では色表示性よりは輝度表示の方が正確に表示されることが要求される場合が多い。このようなケースでは、制御表示色空間をCIE $L^* a^* b^*$ 色度空間等の輝度色差信号に変換した際に、例えば輝度の誤差に重みを多くし、色差信号には重みを小さくするなどのような処理を行うことで対応可能となる。

【0050】すなわち図11で入力画像データをRGB信号からCIE $L^* a^* b^*$ 信号に変換する。また、 2×2 色素子の色度計算を行うブロック1006の出力もCIE $L^* a^* b^*$ 信号に変更し、誤差拡散係数乗算回路1009での係数の選び方で、輝度優先の係数とすることにより、色表示性よりは輝度表示の方が正確に表示されることとなる。このようにすることで多少色表示域の外側にある色信号が入力されても輝度信号が飽和することがなく、極端なバランスの偏りが少なくなる。

【0051】本実施例では4色の色の配置は表示水平方向に補色関係にあるように配置されている。一般に日本語表示などでは垂直方向に解像度が要求される場合が多い（英数字でもその傾向がある）。また、高精細の文字としては色文字よりは白黒文字に高精細表示が多い。そこで、このように配置することで、垂直方向に無彩色表示を1色素子毎に表示を行ってもエッジに色の滲みが少なくなり無彩色表示が可能となる。

【0052】また、本実施例では 2×2 の4色で表現しているため、3色信号よりも比較的色彩空間での色表示の広がりやそのバランスをとることが容易になる。すなわち3色では色空間の広がりを3点で規定するのに対して、4色では4点で規定するため、例えば図6(A)のように比較的バランス良く色の広がりがあるが、例えば

後述する3色では図18(A)のように緑方向や紫方向に細長い色表示域となり易い。そのため、一部の無彩色近傍の再現域が狭くなることがある。一般に無彩色近傍の色は視覚的には感度が高いため、無彩色近傍の再現域が狭いと不自然さが目立つことがある。しかし、4点で色空間を規定する場合にはこのような無彩色近傍の色表示を比較的広げることが容易となるなどの特徴がある。また、視覚特性上、比較的彩度方向に対して許容値が大きいためある程度低彩度の画像出力でも許容される。このように4色で表示を行うと色の再現範囲の設計の自由度が増し、最適設計が容易となるなどの利点もある。また、各色素子の通過もしくは反射帯域があまり狭バンドとならないため、実際の色素等の選択も容易となる。また、さきに述べたように1色素単位で明るさを制御することで高精細表示が可能となる。このとき、多少エッジでの色の誤差が生じるが、視覚的には高精細エッジでは色の感度が低下するためほとんど気にならないなどの性質もあるため実用的には十分な精度で高精細表示が可能となる。

【0053】(第2実施例)この実施例では反射型で使用するモードと透過型で使用するモードの兼用型のカラー液晶表示装置について説明する。基本的な液晶表示部分は図3と同様であるが、この実施例ではバックライトを有している。すなわち、図13に示されているように、光源1201と導光板1202によりバックライト光学系が構成されており、外光が明るい時には通常の反射型表示装置として使用し、外光がなくなってきたときに光源1201を点灯して透過型として使用する。なお、光源1201としてはそれぞれのカラーフィルタ301の中心波長近傍で強度が強くなる蛍光灯などが好ましい。例えば、前述した4分割での例では4波長タイプの蛍光灯が好ましい。また、反射板1203は反射モードでは光が反射し、透過モードではバックライト光学系の光を通過する機能を有する乳白色板などからなる。なお、導光板1202に反射特性を持たせても良い。

【0054】また、反射モードと透過モードでは色表示が異なる。そこで、この色表示の違いを少なくするために、図4の駆動系でのマトリクス回路405に供給するマトリクスの係数をそれぞれに適するようにモードに応じて変更して供給することが望ましい。これにより、モードに応じて異なる色変換を行うことができる。また、図13には記載されていないが、液晶パネル面での照度(外光)をセンサで測定し、その照度に応じて光源1201の光量を可変し、また、光源の光量に応じてマトリクス回路405の係数を可変することが好ましい。これにより、光源の光量に応じて異なる色変換を行うことができる。なお、マトリクス係数の決め方に関しては標準外光(例えばD65など)を想定し、このときの特定色を反射モードで表現し、例えば8色や27色を表示し、測色計で測定し、この値を目標値と決める。次に光源を

点灯し、各光量時の反射モード時と同一信号を与えて、特定色を表示し、測色計で測定し、この測定した値が、先に決めた目標値になるようにマトリクスの係数を例えば最小自乗誤差法などで決定する。このときのマトリクスの係数を記憶しておき制御を行えば良い。

【0055】なお、この実施例では反射と透過の兼用タイプについて説明したが、透過専用として使用しても良い。この場合には液晶としてはTNモードの液晶を用いた方がコントラストのよいカラー画像が得られる。ただし、この場合には偏光板を用いることとなるので明るさが減少する。しかし、通常のRGBフィルタからなる液晶ディスプレイに比較して約1.5倍の明るさが得られる。逆に言えばバックライトに必要とされる光量が約0.67倍で済むこととなり、省電力化がなされる。

【0056】(第3実施例)この実施例は3分割タイプの液晶表示装置について説明する。1画素を分割する方式では分割数に応じて光の利用効率低下するが、各分割される色成分の透過する光の帯域幅を広げると明るさが向上する。しかし、単純に例えばY、M、CなどのようにR、G、Bの通過帯域幅の2倍に広げた場合には彩度が低下してしまう。図14は分割数が3のとき、各色フィルタの通過帯域幅が可視領域の半分になるようにした場合の透過もしくは反射の分光特性の例である。すなわち、緑色系色フィルタ1301は470nmから620nmが透過、青色系色フィルタ1302は400nmから520nmと670nmから700nmが透過、赤色系色フィルタ1303は400nmから430nmと580nmから700nmが透過である。

【0057】なお、色フィルタの代わりに液晶自身に色フィルタを兼ねた特性を持たせても良い。これは、第1実施例の4分割タイプのものと同様である。色フィルタを使用せずに液晶自身を色表示性を持たせる手法としては、従来の技術の欄で説明した、例えば複屈折効果を利用するもの等を利用することができる。

【0058】図15は各色フィルタの配置である。図16はこの色フィルタを用いたときの色表示域をCIE $L^*a^*b^*$ 色度座標に表示したものである。図16(A)は a^*b^* 座標から見た液晶表示の最大色差再現域を示しており、図16(B)は L^*a^* 座標から見た液晶表示の最大明度再現域を示している。この場合にも先の実施例で説明したように、明るさが向上し、しかも彩度の低下の少ない表示が可能となる。すなわち、明るさと鮮やかさの積と通過帯域幅域の関係は図8と同様の傾向を示す。なお、本実施例での色フィルタでは白がわずかなではあるが、黄色よりになっている。

【0059】図17は白バランスを改善した色フィルタの分光特性である。すなわち、緑色系色フィルタ1601は490nmから570nmが透過、青色系色フィルタ1602は400nmから510nmと630nmから700nmが透過、赤色系色フィルタ1603は40

0 nmから430 nmと580 nmから700 nmが透過である。図18はこの色フィルタを用いたときの色表示域をCIE $L^*a^*b^*$ 色度座標に表示したものである。図18(A)は a^*b^* 座標から見た液晶表示の最大色差再現域を示しており、図18(B)は L^*a^* 座標から見た液晶表示の最大明度再現域を示している。

【0060】いずれも、このように各色フィルタの通過バンド幅が可視領域の約1/2前後、つまり可視領域の帯域幅の0.43~0.57倍の範囲になるようにした場合には明るさが1.5倍向上し、鮮やかさの低下は比較的气にならない範囲に収まり、カラー表示装置として良好な特性を有する。

【0061】(第4実施例)本実施例は、明るさを重視した用途での例である。図1の実施例では各色素子の透過もしくは反射帯域は、それぞれ可視領域を4分割し、その分割した2つ分の通過帯域を有していた。この場合には先に説明したように明るさも、色の鮮やかさもバランスのとれた良好な特性が得られることを説明したが、用途によってはさらに明るさが要求される場合がある。例えば、フィルタ101として黄赤色系のフィルタであり波長約520 nmから約700 nmが透過、フィルタ102としては緑青色系のフィルタであり波長約400 nmから約580 nmが透過、フィルタ103としては緑色系であり波長約460 nmから650 nmが透過、フィルタ104としてはマゼンタ色系で波長約400 nm-490 nmと約610 nm-700 nmが透過のものを使用すると、第1の実施例に比較して約25%明るさが増す。さらに通過帯域を広げ、可視領域の4分割のうち3バンド分を通過帯域とすると、第1の実施例に比較して約50%明るさが増す。もちろん表示可能な色の鮮やかさは低下するが、より明るく鮮明に表示を行う目的には適している。なお、このような手法は4分割のカラー表示系だけでなく、第3の実施例で見られた3分割タイプのカラー表示に対しても適用可能である。

【0062】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、分割された各色素子の透過もしくは反射の帯域幅をそれぞれ可視領域の1/2前後にすることで、各色素子での利用可能な光量を約3/2に向上させることができる。また、同時に4色制御により視覚上重要な低彩度の色の再現範囲を十分確保し、無彩色近傍での色表示のバランスの確保が容易になる。また、視覚上あまり気にならない高彩度の色における影響は比較的少ない。このようにすることで反射型表示装置を構成することが可能となり、携帯機器などのように色表示の精度よりも省電力化の要求の高い装置に適したカラー表示装置を構成することが可能となる。

【0063】また、各色素子での輝度制御を1色素子毎に制御することで1画素を構成する色素子の分解能、すなわち画素の約2倍の高精度な表示が可能となると同時

に、このような表示でのエッジでの色滲みを抑えることが可能となる。

【0064】また、表現される色表示範囲により異なる係数のマトリクス変換もしくはテーブルにより色変換を行うことや、さらに透過および反射光を利用して表示し、外光などに応じて異なる色変換を行うことで最適な色表示を可能とする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における色表示部での分光特性を説明する図。

【図2】本発明の第1の実施例における色表示部の色フィルタの配置を示す図。

【図3】本発明の第1の実施例における表示部での断面の構造を示す図。

【図4】本発明の第1の実施例における液晶パネルを駆動する回路を示すブロック図。

【図5】本発明の第1の実施例における液晶パネルでの発色のモデルを説明する図。

【図6】本発明の第1の実施例における液晶パネルでの色表示域を示す図。

【図7】本発明の第1の実施例における光通過帯域に対する色表示域の変化を示す図。

【図8】本発明の第1の実施例における光通過帯域に対する明るさと鮮やかさの積の変化を示す図。

【図9】本発明の第1の実施例における光通過帯域に対して行った主観評価の結果を示す図。

【図10】本発明の第1の実施例での通常解像度表示と高精細表示の場合を説明する図。

【図11】本発明の第1の実施例での高精細表示で使用される処理ブロックを説明する図。

【図12】図10での重み係数の配置を説明する図。

【図13】本発明の第2の実施例である反射/透過兼用モードの表示部の構成を示す図。

【図14】本発明の第3の実施例における色表示部での分光特性を説明する図。

【図15】本発明の第3の実施例における色表示部の色フィルタの配置を示す図。

【図16】本発明の第3の実施例における液晶パネルでの色表示域を示す図。

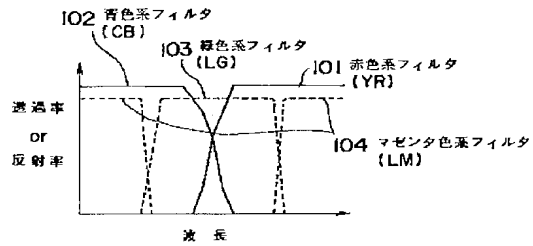
【図17】本発明の第3の実施例における色表示部での分光特性を説明する図。

【図18】本発明の第3の実施例における液晶パネルでの色表示域を示す図。

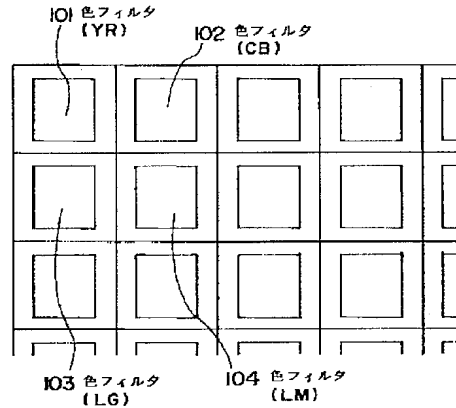
【符号の説明】

101…赤色系色フィルタ、102…青色系色フィルタ、103…緑色系色フィルタ、104…マゼンタ色系フィルタ、304…反射板電極、305…液晶層、306…TFT素子、403…グラフィックコントローラ、405…マトリクス回路、406…タイミングコントローラ、409…液晶パネル。

【図1】



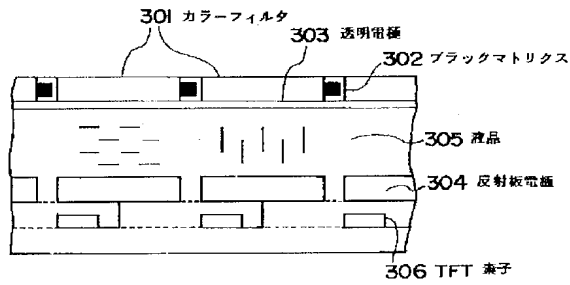
【図2】



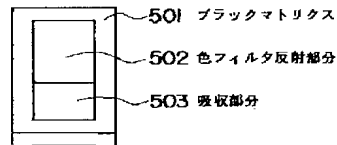
【図12】

A	B	C
D	X	

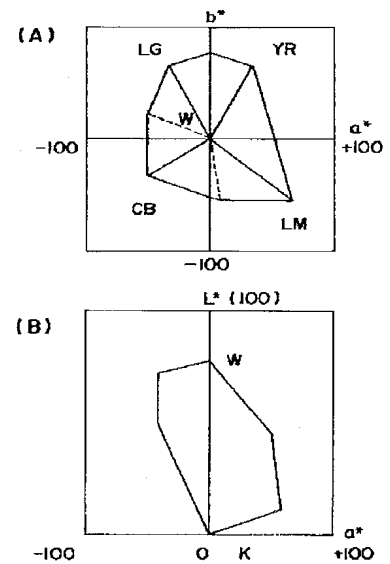
【図3】



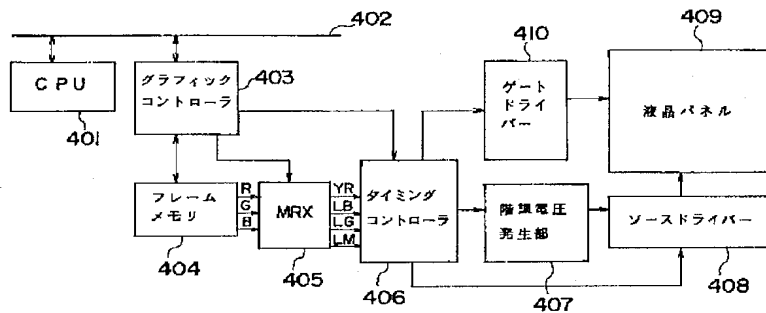
【図5】



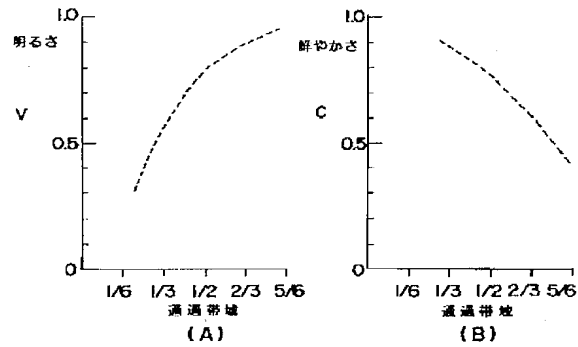
【図6】



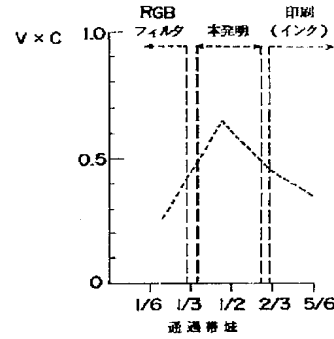
【図4】



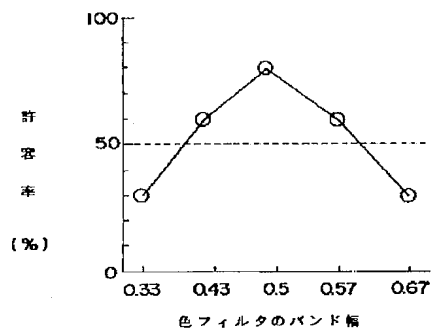
【図7】



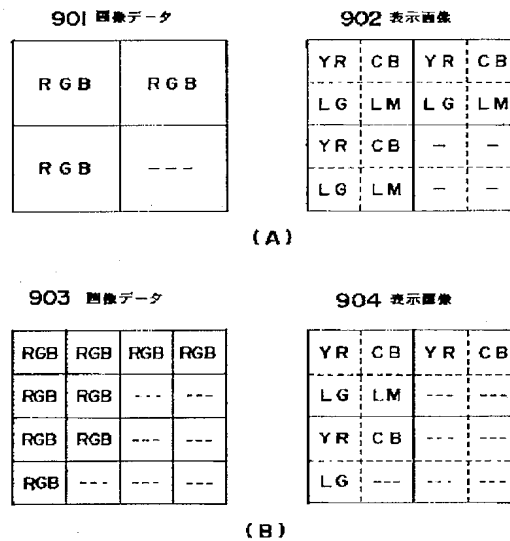
【図8】



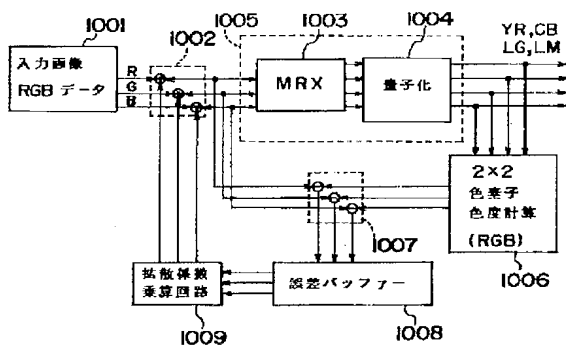
【図9】



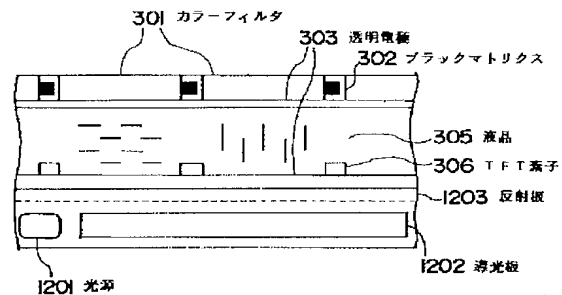
【図10】



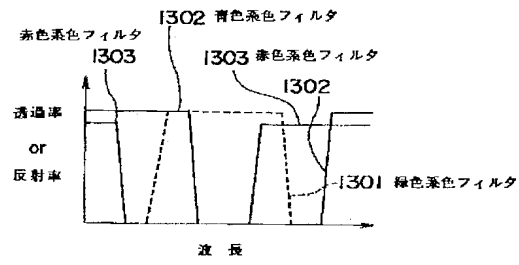
【図11】



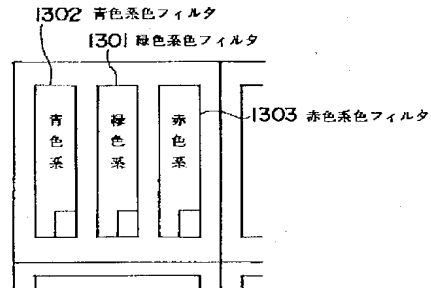
【図13】



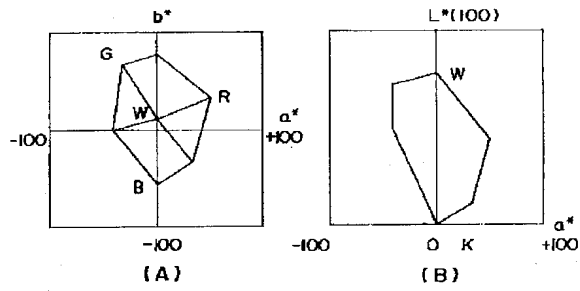
【図14】



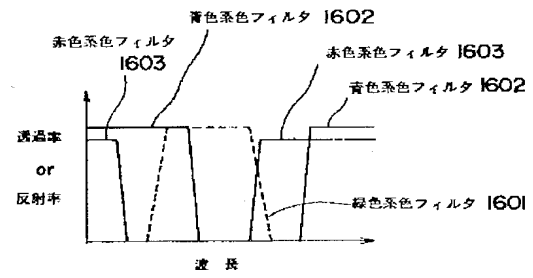
【図15】



【図16】



【図17】



【図18】

